

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
Természettudományi Kar
Földtudományok Doktori Iskola

**Baja környéki vizes élőhelyek helyreállításának
tájökológiai vizsgálata**

Ph.D. értekezés tézisei

Mátrai Ildikó

Témavezető:
Dr. habil. Lóczy Dénes CSc. egyetemi docens

Pécs, 2012

A doktori iskola neve: PTE Földtudományok Doktori Iskola
Vezetője: Dr. Dövényi Zoltán DSc. egyetemi tanár
PTE TTK Földrajzi Intézet,
Társadalomföldrajz és Urbanisztika Tanszék

A doktori témacsoport neve: Természetföldrajz és tájértékelés
Vezetője: Dr. habil. Lóczy Dénes CSc. egyetemi docens
PTE TTK Környezettudományi Intézet,
Környezetföldrajzi és Tájvédelmi Tanszék

Az értekezés tudományága: Tájökológia
Témavezető: Dr. habil. Lóczy Dénes CSc. egyetemi docens
PTE TTK Környezettudományi Intézet,
Környezetföldrajzi és Tájvédelmi Tanszék

„ *A múltat tiszteld, s a jelent vele kösd a jövőhez.* ”
(Vörösmarty Mihály: Emléksorok)

1. BEVEZETÉS

A táji és természeti értékeket képviselő vizes élőhelyek megőrzésére világszerte nagy figyelmet fordítanak (SZABÓ M. 2005), a Ramsari Egyezmény megóvásuk érdekében a lehetőség szerinti bölcs hasznosításukról rendelkezik (RAMSARI EGYEZMÉNY KÉZIKÖNYVE 1999). A vizes élőhelyek kérdéskörével az Európai Unió Víz Keretirányelvének útmutatója (WETLAND 2002) is foglalkozik (SZILÁGYI F. 2007).

A magyarországi vizes élőhelyek a vízgazdálkodási beavatkozások által közvetlenül érintett és veszélyeztetett ökológiai rendszerek (SOMLYÓDY L. 2002), ugyanakkor a hazai vízi élővilág tekintélyes részének legfontosabb őrzői és sokszor utolsó menedékkerületei (DÉVAI GY.1994). Jelentősebb hazai vizes élőhelyeink többsége valamely nemzeti parkunk felügyelete alá tartozó védett terület, nemzetközi jelentőségű vízimadár-élőhely (ramsari terület), a NATURA 2000 hálózathoz, vagy az ökológiai zöldfolyosók hálózatához (Nemzeti Ökológiai Hálózat) tartozó elem. A víztestként kijelölt vizes élőhelyek megóvása és helyreállítása a Víz Keretirányelv célkitűzéseivel összhangban álló vízgazdálkodási cél, a védettek esetében természetvédelmi cél. Szolgálhatnak bár különböző célokat, de a megvalósítás során alkalmazott módszerek hasonlóak. Napjainkban már a legtöbb ökológus és mérnök egyetért abban, hogy a vízgazdálkodásában is az ökológiai szemléletnek kell érvényesülnie (ISTVÁNOVICS V. és SOMLYÓDY L. 2002), mely magában foglalja az ökológiai célállapot pontos megfogalmazását, az ennek figyelembe vételével végzett vízgazdálkodási tervezést és kivitelezést, valamint a kiváltott hatások folyamatos nyomon követését és a beavatkozások szükség szerinti korrekcióját.

A vizes élőhelyeket érintő műszaki tervezésnél a mérnök jogosan várja el az ökológustól, hogy egyértelmű célállapotot (mint tervezési peremfeltételt) fogalmazzon meg, és hogy ökológiailag elfogadható beavatkozásokra tegyen konkrét javaslatokat. Az ökológusnak ugyanakkor feladata teljesítéséhez több tudományterület eredményeit kell áttekintenie és ötvöznie.

A bajai Eötvös József Főiskolán oktató ökológusként és környezetmérnökként az elmúlt 12 évben a vizes élőhelyek állapotfelmérésének, állapotértékelésének és helyreállításának kérdéskörével foglalkoztam, gemenci, bácskai és baranyai területeken folyó intézeti kutatási programok vezetője voltam. Kutatási témám komplex megközelítést, több szakterületre is kiterjedő, szélesebb körű vizsgálatokat igényelt, melyhez segítséget az Eötvös József Főiskola Műszaki és Közgazdaságtudományi Karán, a Debreceni Egyetem Alkalmazott Ökológiai Tanszékén, a Szent István Egyetem Talajtani és Agrokémiai Tanszékén, a Duna-Dráva Nemzeti Park és az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóságon dolgozó talajtanos, algológus, zoológus, hidrobiológus, geodéta, hidrológus és vízépítő-mérnök kollégáimtól kaptam. Doktori értekezésemet ezen vizsgálatorozatból származó adatokra, és a már részben publikált eredményekre alapozva készítettem el.

2. KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK

Kutatásom célja a vizsgált vizes élőhelyek állapotának megismerése valamint a helyreállításuk során alkalmazható beavatkozásokra vonatkozó javaslattétel volt. Mivel először a múltbéli történéseket kell megismernünk ahhoz, hogy a jelenlegi állapot értékelése után elérhető és megvalósítható célokat fogalmazhassunk meg a jövőre vonatkozóan, kutatási céllal összhangban a következő közvetett célokat tűztem ki:

- *a múltbeli változások (események) elemzése*, mely magába foglalja a tájtörténeti feltárást, a vizes élőhelyek kialakulási körülményeinek és a tájhasználatban bekövetkező változásoknak a megismerését,
- *a jelenlegi állapot elemzése*, mely magába foglalja a vizes élőhelyeket közvetlenül érintő természeti és antropogén hatások, a vízháztartási és medermorfológiai jellemzők, valamint a fizikai-kémiai és biológiai állapot megismerését és értékelését,
- *a jövőre vonatkozó feladatok felvázolása*, mely magába foglalja a hidrológiai és az ökológiai célállapot meghatározását, valamint összevetését a természetvédelmi és vízgazdálkodási célokkal, illetve az ökológiailag elfogadható beavatkozásokra vonatkozó javaslatok megfogalmazását és értékelését.

Kutatásom során három Baja környéki vizes élőhelyet vizsgáltam. Ezeken a Felső-Bácska vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegység területén elhelyezkedő vízgazdálkodási és/vagy természetvédelmi szempontból kiemelkedő jelentőségű, egymástól ökológiai jellegükben jelentősen különböző területeken napjainkban eltérő problémák, helyreállítási célok és elvégzendő feladatok jelentkeznek.

A **Ferenc-tápcsatorna** nemzetközi jelentőségű öntöző- és belvízcsatorna, mely vízforgalmi kapcsolatban áll a Duna-Dráva Nemzeti Park Karapancsai Tájegységének több védett vizes élőhelyével is. Az Országos Vízgyűjtő-gazdálkodási Tervben (OVGT 2010) mesterséges víztestként szerepel. Feladatának ellátása, a VKI elvárásainak való megfelelés, valamint állapotának javítása érdekében 2011-ben indult helyreállításának vízügyi rekonstrukciós tervezése (CSÓKA Z. 2011). Kutatási feladatként ökológiai állapotának megismerése, valamint az ökológiai szempontból elfogadható beavatkozásokra vonatkozó javaslattétel fogalmazható meg.

A **garai Sóstó** a Bácskai-löszhát nyugati felén fekvő ex lege védett szikes vizes élőhely. Az Országos Vízgyűjtő-gazdálkodási Tervben víztestként nem szerepel, ugyanakkor közvetlen kapcsolatban áll a medrét kettészelő, mesterséges víztestként kijelölt Igali-gravitációs főcsatornával. Kutatási feladat a jelenleg kaszálóként és legelőként hasznosított, időszakos vízborítású élőhely állapotfelmérése, valamint egykori szikes tavi jellegének részbeni visszaállítására vonatkozó lehetőségek elemzése.

A **Nyéki-Holt-Duna** a Duna-Dráva Nemzeti Park Gemenci Tájegységének fokozottan védett, állóvízi jellegű, hullámtéri holtmedre. Az Országos Vízügytő-gazdálkodási Tervben víztestként nem jelenik meg. Vízháztartásának javítása érdekében vízrendszerén természetvédelmi célú vízforgalmi revitalizációt végeztek 1998-2004 között. Ennek tervezése azonban az elérendő ökológiai célállapot megfogalmazása és előzetes ökológiai állapotfelmérés nélkül történt. A beavatkozások hatásainak nyomon követésére monitoring-rendszer nem létesült. Kutatási feladat ökológiai állapotának megismerése, az optimális ökológiai célállapot és annak elérését biztosító hidrológiai jellemzők meghatározása, az elvégzett helyreállítás értékelése és a további beavatkozásokra vonatkozó javaslatlétel.

Kutatásom során a következő kérdésekre kerestem a választ:

1) Tájérténeti áttekintés alapján milyen jelentősebb folyamatok (események) vezettek a vizsgált területek jelenlegi képének (állapotának) kialakulásához?

2) A kutatástörténeti áttekintésből származó adatokra alapozva milyen időbeli változásokra (tendenciákra) lehet következtetni az egyes terület állapotával kapcsolatosan?

3) A tájhasználatból fakadóan milyen jelentősebb kedvezőtlen antropogén hatások feltételezhetők a vizsgált vizes élőhelyeken, és ezek az eredmények alapján igazolhatók-e?

4) Mely természetföldrajzi jellemzők vannak elsősorban hatással az egyes területek vízháztartására, és milyen tendenciák várhatók velük kapcsolatban a közeljövőben?

5) Milyen a vizsgált vizes élőhelyek jelenlegi állapota, és milyen annak természetvédelmi és vízgazdálkodási szempontú megítélése, mindezekből kifolyólag szükséges-e valamilyen beavatkozás?

6) Van-e valamilyen igazolható hatással a vízpótlást biztosító vízfolyás a vizsgált vizes élőhelyek állapotának (vízminőségének) alakulására, és ha igen, milyen további (a minőségi és mennyiségi oldalt is figyelembe vevő) vízgazdálkodási beavatkozások alkalmasak az általánosan jelentkező vízhiány mérséklésére?

7) A szakirodalmi feltárás alapján milyen ökológiailag elfogadható beavatkozások jöhetnek számításba, és ezek közül melyek javasolhatók az egyes területekre vonatkozóan?

8) A kutatási eredmények alapján igazolható-e a vizsgált vizes élőhelyeken a vízellátottság, a vízminőség, a makrovegetáció és a talajtulajdonságok közötti kapcsolat, és ez hogyan segítheti az állapotértékelést?

9) Alkalmas-e a VKI jelenlegi állapotértékelési metodikája a vizsgált területek minősítésére?

3. VIZSGÁLATI ÉS ÉRTÉKELÉSI MÓDSZEREK

Szakirodalom feldolgozása

Értekezésem célkitűzésének megfelelően és a vizsgált vizes élőhelyek földrajzi közelségéből kifolyólag táji léptékben végeztem el bizonyos természetföldrajzi jellemzők (geológia, domborzat, éghajlat, talaj, talajvíz, felszíni vizek), tájöldrajzi és tájökológiai jellegzetességek (tájtípusok, tájhasználat, növényzet), valamint tájtörténeti vonatkozások szakirodalmi áttekintését és értékelését.

Kutatásom megalapozásaként feltártam és értékeltem a kutatási területek egyedi jellemzőit is, melyek bemutatását az összevethetőség érdekében azonos szempontok (vízrendszer, kialakulás és helyreállítás története, természetvédelmi és vízgazdálkodási jelentőség, kutatási előzmények) szerint végeztem.

Dunai vízállás adatsorok elemzése és értékelés

A Duna vízjárásában bekövetkezett és várható változások megismerése érdekében statisztikai módszerekkel értékeltem a bajai vízmércén 1901-2011 között regisztrált napi vízállás adatsort. Szezonhatás vizsgálatot az 1998-2008 közötti havi vízállás adatsoron SPSS 14 programmal, trendelemzést és előrejelzést az éves dunai kis-, közép- és nagyvizek 1901-2011 közötti időszakot felölelő adatsorán EXCEL és SPSS 14 programok segítségével végeztem. A vízjárásban bekövetkezett változások értelmezése érdekében vizsgáltam a gemenci hullámtér előntésével járó napok és periódusok számának időbeli alakulását is.

A dunai vízállás Nyéki-Holt-Dunára gyakorolt hatását a 2000-2008 közötti időszak maximális vízállásai, valamint a vízpótlással és az előntéssel járó napok számának alakulása alapján értékeltem.

A Ferenc-tápcsatornába történő dunai vízbetáplálások és a betáplálás nélküli időszakok egymáshoz viszonyított arányát, valamint a vízminőség szempontjából kritikus állóvizes időszakok hosszát és számát az 1981-2010 közötti dunai vízállás és a Deák Ferenc-zsilip vízhozam időszora alapján állapítottam meg.

Talajvízállás adatsorok elemzése és értékelése

A Bácskai-lőszhát nyugati részének talajvíz-járásában tapasztalható térbeli és időbeli törvényszerűségek megismerése céljából négy talajvízkút (Baja, Gara, Csávoly, Hercegszántó) 1954-2011 közötti napi vízállás idősorát vizsgáltam. Trendelemzésre az éves középvizek adatsorán EXCEL segítségével végzett lineáris regressziót, a rövidtávú tendenciák megismerésére a sokéves átlagoktól való évenkénti eltérések elemzését, valamint az éves eltérések összegző görbéjének módszerét alkalmaztam. A 2008-2011 közötti időszakra vonatkozóan elemeztem a garai talajvízkút napi talajvízállásában tapasztalható tendenciákat és a csapadék időszorral kimutatható kapcsolatokat.

Mivel a Nyéki-Holt-Duna környezetében kiépített talajvízkút nem létesült a VITAQUA KKT által 1998-ban végzett talajvízszint-megfigyelések adatai alapján kerestem kapcsolatot a holtmeder és a talajvíz szintje, valamint a levonuló dunai áradások és a hozzájuk tartozó talajvízszintek között.

Csapadék, hőmérséklet, párolgás adatsorok elemzése és értékelése

Az 1950-től kezdődően regisztrált szabad vízfelszín párolgása (kecskeméti állomás), napi hőmérséklet és csapadék (bajai állomás) adatsorokon végeztem elemzéseket és statisztikai vizsgálatokat. Trendelemzés és előrejelzés céljából EXCEL programmal lineáris és polinom illesztést, valamint SPSS 14 programmal simító eljárásokat és ARIMA-modelleket alkalmaztam.

Vízminőségi adatsorok elemzése és értékelése

A Duna, a Ferenc-tápcsatorna és az Igali-főcsatorna hatósági monitoringjából származó vízminőségi adatsorokból SPSS 14 program segítségével határoztam meg az egyes fizikai-kémiai paraméterek statisztikai jellemzőit. A fontosabb vízminőségi komponensek idősorában megnyilvánuló trendeket EXCEL segítségével végzett lineáris regresszióval állapítottam meg, és a regressziós egyenes egyenlete alapján meghatározott meredekség alapján az adott paraméterre számított éves változással fejeztem ki.

A Duna vízminőségének jellemzésére a bajai hídnál lévő sodorvonalbeli törzshálózati mintavételi pont 2002-2009 közötti adatsorát elemeztem, a minősítést a 25-ös típusú folyóvíztestre (Duna Baja alatt) megállapított fizikai-kémiai határértékek (10/2010 VM) szerint végeztem.

A Ferenc-tápcsatorna ökológiai potenciáljának megismerése céljából a hercegszántói törzshálózati mintavételi pontról az 1981-2011 közötti, illetve a bátmonostori pontról az 2003-2007 közötti időszakból származó adatsorokat elemeztem. A minősítést a 19-es természetes folyóvíztest típusra (meszes jellegű, síkvidéki közepes folyó, közepes-finom mederanyaggal) megállapított fizikai-kémiai határértékek, illetve biológiai referenciaértékek (SZILÁGYI F. 2009) alapján végeztem. A különböző hidrológiai állapotokra jellemző vízminőségi különbségek elemzése céljából vizsgáltam a vízbetáplálásos és a vízbetáplálás nélküli időszakokban mért vízkémiai paraméterek átlagai közötti eltéréseket, valamint összevettem a dunai (Baja), a hercegszántói és a bátmonostori mintavételi pontokon 2003-2007 között közel azonos időpontban végzett mérések eredményeit. A vízminőségben jelentkező térbeli eltérésekre, valamint az esetleges szennyező forrásokra a 2008-2011 között végzett hossz-szelvény menti hatósági expedíószerű vizsgálatok, illetve ugyanezen pontokban 2011-ben a perifitonra és a makrovegetációra vonatkozó saját méréseim eredményeiből következtettem.

Az Igali-főcsatorna ökológiai potenciáljának megismerése céljából a hercegszántói és a garai mintavételi pontoknál 1990-2011 között végzett hatósági monitoring vizsgálatokból származó adatsorokat elemeztem. A minősítést a 16-os természetes vízfolyás típusra (meszes jellegű, síkvidéki kicsi vízgyűjtőjű és kis esésű ér, közepes-finom mederanyaggal) megállapított fizikai-kémiai határértékek és biológiai referenciaértékek alapján végeztem.

A VKI metodika szerinti minősítés során a jó ökológiai állapotot akkor tekintetem elértnek, ha az átlagértékek (bizonyos fémeknél a 90%-os tartósságok illetve a maximálisan megengedhető értékek) kedvezőbbek voltak, mint az előírt határértékek, és ha az oxigénháztartás és a tápanyagtartalom mutatói esetén a határértéket meghaladó vizsgálati értékek nem érték el a határérték kétszeresét. Ahol a minőség nem érte el a jó ökológiai állapotot, a további osztályokba történő sorolás érdekében az átlagokat az Országos Vízügyi-gazdálkodási Terv háttéranyagában (CLEMENT A. – SZILÁGYI F. – LASZLÓ F. 2009) szereplő osztály-határértékekhez viszonyítottam.

Helyszíni vizsgálatok és mintavétel a Nyéki-Holt-Dunán

Az 1993-ban végzett hidromorfológiai vizsgálatok (ZSUFFA I. – SZLÁVIK L. 1993) adatait felhasználva 2003-ban négy vizsgálati keresztaszelvényt jelöltünk ki, melyekben mederfelvétel 2005-ben szárazföldi geodéziailag módszerrel végeztük. A mederkeresztaszelvények és a szintvonalas mederfenék-térkép megrajzolása AUTOCAD használatával történt. A két különböző időpontban végzett mederfelvétel alapján készített felszín-térkép görbe összehasonlításával a feltöltődés mértékét határoztam meg, melyet összevettem a mederanyag radiológiai vizsgálatából (RAICS P. - GYÖRFI T. 2009) kapott eredménnyel.

A négy keresztaszelvény mentén kijelölésre került 19 mintavételi pontban a Holtmeder vízállásának és növényzetének függvényében végeztünk helyszíni méréseket (vízmélység, átlátszóság, vezetőképesség, pH, oldott oxigén tartalom, oxigén telítettség) valamint víz és makrofiton mintavételt. A vízkémiai és az algológiai vizsgálatokhoz a merített vízmintavétel közvetlenül a vízfelszín alól történt. A perifiton vizsgálathoz mintavételi helyenként külön-külön emez és szubmerz növények gyűjtésére került sor.

Helyszíni vizsgálatok és mintavétel a garai Sóstón

Botanikai vizsgálatokat 2008-2011 között végeztem a területen. A magassági viszonyok és a növényzet figyelembe vétele mellett 2009-ben került sor 6 talajszelvény nyitására, melyekben rétegenként talajmintavétel történt. 2011-ben 8 mintavételi helyen végeztünk talajfűrészt, mely során talajvízmintát és 20 cm-enként (felszíni: 0-20 cm, felszín közeli: 20-40 cm) talajmintát vettünk. A talajvízmintákban a helyszínen vezetőképességet és kémhatást mértünk. A garai Sóstó területén kijelölt 7 mintavételi pontban 2008-2011 időszakban 10 alkalommal került sor merítéses módszerrel felszíni vízminta vételére az Igali-főcsatornából és mellékcsatornáiból.

Helyszíni vizsgálatok és mintavétel a Ferenc-tápcsatornán

Makrovegetációs és helyszíni fizikai-kémiai (vízmélység, átlátszóság, vezetőképesség, pH, oldott oxigén tartalom, oxigén telítettség) vizsgálatokat 2011 szeptemberében 6 mintaterületen összesen 17 mintavételi pontban végeztem, valamint az expedíciószerű hatósági monitoring 6 mintavételi pontján perifitonra vízinövény mintákat vettem.

Talajtani vizsgálatok

A garai Sóstóról származó talajminták laboratóriumi vizsgálata a „Talajtani és agrokémiai vizsgálati kézikönyv” (BUZÁS I. 1988) módszerei szerint az Eötvös József Főiskola vízkémiai és a Szent István Egyetem talajtani laboratóriumában történt.

Vízkémiai vizsgálatok

A Nyéki-Holt-Dunáról és az Igali-főcsatornából származó felszíni vízmintákat, valamint a garai talajvízmintákat tartósítás nélkül hűtve tárolva szállítottuk az Eötvös József Főiskola vízkémiai laboratóriumába, ahol a fizikai-kémiai paraméterek meghatározása a napjainkban elfogadott és a környezetvédelmi gyakorlatban alkalmazott szabványos vizsgálati módszerek alkalmazásával történt.

A garai talajvízmintákban mért paraméterek alapján elemeztem az ionösszetételben és a fontosabb tulajdonságokban bekövetkezett térbeli és időbeli változásokat, melyek szemléltetésére összsó-tartalom csillagábrát (FELFÖLDY L. 1987) és SURFER-program segítségével izovonalas térképeket készítettem.

A felszíni vízminták ionösszetételének jellemzésére összsó-tartalom csillagábrát, a nitrogén-háztartás bemutatására nitrogén-spektrumot (FELFÖLDY L. 1987) készítettem EXCEL segítségével. A felszíni vizek többségénél vízminőségi problémát jelentő tulajdonságok (trofitás, szaprobitás) általános megítélésére és összevetésére a víztípusoktól független FELFÖLDY-féle (1987) és DÉVAI-féle (1992) kategóriákat alkalmaztam. A trofitáshoz az algaszámot és a klorofill-a koncentrációt, valamint az oldott ortofoszfát-P és a szerves-N mennyiségét vettem figyelembe. A szaprobitás tekintetében a permanganátos kémiai oxigénigényt, valamint a szerves-N mennyiségét vizsgáltam.

Mivel a hullámtéri holtmedreket a VKI a folyó részének tekinti, a víztestként nem meghatározott Nyéki-Holt-Duna minősítése a Duna Baja környéki szakaszára (25. folyóvíztest típus) vonatkozó határértékekre történt. Emellett szakmai megfontolások alapján a hozzá legjobban hasonlító állóvíztest típusra (melyet a hidromorfológiai eredmények alapján választottam ki) is elkészítettem a minősítést. Az évenként eltérő gyakorisággal végzett vizsgálatok miatt a júniusi adatok alapján végeztem az állapotértékelést, mely során (a Nyéki-Holt-Duna természetvédelmi jelentőségére való tekintettel) a dévéres vizekre meghatározott szennyezettségi határértékeket (6/2002 KvVM) is figyelembe vettem.

Algológiai vizsgálatok

A Nyéki-Holt-Duna és a Ferenc-tápcsatorna esetében a fitoplankton kvantitatív (algaszám) vizsgálatát tömörített vízmintából, Bürker-kamrában, fénymikroszkóppal végeztük. A Lugol-oldattal rögzített vízmintából kvalitatív (fajösszetétel) vizsgálatot, illetve a folyóvízi fitoplankton index (HRPI) számítását FEHÉR GIZELLA hidrobiológus (ADUVIZIG) végezte.

Az algafajlisták alapján vizsgáltam a taxonszámok, valamint az egyes csoportok taxonszámainak évenkénti, illetve mintavételi helyenkénti alakulását; a Ferenc-tápcsatornáról származó minták esetén értékelttem a HRPI-index szerinti minőséget.

Perifiton vizsgálatok

A növények felületén létrejövő élőbevonatból származó mintákból ökológiai minősítésre alkalmas taxonómikus és nem-taxonómikus indexek kerültek meghatározásra.

A Nyéki-Holt-Dunáról származó mintákban a nem-taxonómikus perifiton index (NTPI) meghatározásához a nedves tömeget, a szárazanyag-tömeget, valamint a minták hamu és klorofill-a tartalmát mértük. A minősítést az élőbevonat szerkezetére és működésére vonatkozó négy mutatóra (tömegkategória, hamucsoport, klorofill-a típus, AI jelleg) kapott értékszámok összegéből számolt átlag alapján (LAKATOS GY. et al. 2006) végeztük. Az egyes vizsgálati évekre jellemző ökológiai állapotot a súlymon kialakult perifiton átlagos minősége alapján határoztam meg.

A Ferenc-tápcsatornáról származó formalinnal tartósított perifiton mintákból készített preparátumokban az algafajok fénymikroszkópos meghatározását FEHÉR GIZELLA végezte. A kovaalaga-fajok előfordulása és viszonylagos gyakorisága alapján OMNIDIA-programmal kerültek meghatározásra az egyes taxonómikus indexek. Az ökológiai minősítéshez használt kombinált perifiton index (IPSITI) mellett az értékelésnél figyelembe vettem a szaprobitási (SID), a trofitási (TID) és az integrált szennyezettségi indexek (IPS) értékeinek alakulását is.

Makrozoobenton vizsgálatok

A Nyéki-Holt-Dunáról származó üledékmintákból a helyszínen kigyűjtöttem és alkoholban tartósítottam, majd BÄRHMANN R. (2000) határozókulcsa segítségével családszintig azonosítottam a makrogerinctelen taxonokat. Az összeállított makrozoobenton taxonlisták értékelésére a Magyar Makrozoobenton Család Pontrendszer módszerrel (CSÁNYI B. 1997) számított összpontszámot és taxononkénti átlagpontszámot használtam, a minősítést KRISKA GY. (2003) alapján a lassú folyású vizekre megállapított vízminőségi indexek segítségével végeztem.

A makrovegetáció vizsgálata

A Nyéki-Holt-Duna és a Ferenc-tápcsatorna vízi és mocsári növényzetének felmérése reprezentatív transekttek mentén a gyakoriságot és a borítást is figyelembe vevő ötfokozatú skálával történt (LUKÁCS B. A. –BARANYAI N. A. -K. SZILÁGYI E. 2010). A garai Sóstó részletes cönológiai felmérését a szárazföldi társulásokra kidolgozott BRAUN-BLANQUET féle (1951) felvételezési módszer alapján végeztem, majd a mintavételi négyzetek adatait társulásonként összesítve az egyes fajokat a gyakorisági és a borítási értéket is magába foglaló 5 fokozatú skálával (TAKÁCS G. – MOLNÁR ZS. 2007) jellemeztem. A vizsgált vizes élőhelyek vegetációtérképeit helyszíni bejárások és légifelvételek alapján AUTOCAD segítségével készítettem el. A terepbejárások során azonosított különböző növényzetű élőhely-foltok tipizálását a Magyar Nemzeti Élőhelyosztályozási Rendszer (BÖLÖNI J. és társai 2007) alapján végeztem.

A botanikai felmérések során a növényfajok azonosításához és elnevezéséhez SIMON T. (2000) határozóját használtam. A társulásokat a karakterfajok és a nagyobb egyedszámban jelenlévő kísérőfajok, valamint a fiziognómia figyelembevételével határoztam meg, elnevezésüknél BORHIDI A. (2003) munkáját vettem alapul. Az elkészített fajlisták értékelését biotikus mutatók és statisztikai módszerek segítségével végeztem. A biotikus mutatók közül a szociális magatartás típusok rendszerét (BORHIDI A. 1993) és a természetvédelmi érték kategóriákat (SIMON T. 2000) használtam fel. A fajok előfordulási gyakoriságával súlyozott átlagos ökológiai indikátorértékekkel (BORHIDI A. 1993), valamint a szociális magatartástípusok megoszlása alapján számolt természetességi értékkel (VAL) és a természetvédelmi érték kategóriák alapján számított vegetációs degradációfokkal (Df) jellemeztem az egyes társulásokat és éveket. A társulások természetvédelmi jelentőségét a „Társulások Vörös Könyve” (BORHIDI A. – SÁNTA A. 1999) alapján ítélt meg.

A makrofita fajlisták statisztikai vizsgálatához SYN-TAX 2000 programcsomagot (PODANYI J. 2001) használva hierarchikus klasszifikációt és ordinációt alkalmaztam, melyhez szakirodalmi ajánlások alapján választottam algoritmust és távolságfüggvényt. A növényzet és az abiotikus tényezők (pl. vízmélység, talajvízmélység, vízkémiai paraméterek, talajtulajdonságok) közötti összefüggések elemzéséhez korreláció analízist SPSS 14 programmal végeztem.

A makrovegetáció szerinti minősítést a természetességi-, a zonációs-, a nedvességigény- és a növényfedettség-indexek víztípusonként változó súlyozásával képzett Integrált Makrofita Minősítési Index (IMMI) alapján, az Országos Vízyűjtő-gazdálkodási Terv háttéranyagában (SZILÁGYI F. 2009) szereplő leírás szerint végeztem. A Nyéki-Holt-Duna esetében a minősítés a hidromorfológiai sajátosságok alapján választott állóvíztest típusra meghatározott referencijellemzők szerint történt, mivel növényzetét tekintve a dunai referenciaértékekhez való hasonlítása ökológiai szempontból elfogadhatatlan. A garai Sóstó makrovegetációs minősítését mindkét időszakos szikes állóvíztest típusra elvégeztem.

4. EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

Kutatási eredményeim alapján a következő válaszok adhatók a célkitűzésekkel összhangban megfogalmazott kérdésekre.

1.) *A tájtörténeti áttekintés alapján mindhárom vizsgált vizes élőhelyen a napjainkra jellemző állapotok kialakulásában elsődleges jelentőségűek a 19-20. század vízszabályozási (folyószabályozás, ármentesítés, vízrendezés) munkálatai voltak.*

A **Ferenc-tápcsatorna** kialakítása a 19. század elején a Mohácsi-szigetet egykoron keletről határoló baracskai Duna-ág kanyarulatainak ástott szakaszokkal való összekötésével történt, így a mesterséges csatornához képest összességében kedvezőbb kép megmaradt alföldi folyó jellegű, nagyobb élőhelyi változatosságot mutató, természetes szakaszainak köszönhető. Az eltérő keresztmetszvényű és növényzetű mesterséges és természetes szakaszokon napjainkban különböző problémák jelentkeznek, melyekre a helyreállítás tervezése során kell megoldást találni.

A **garai Sóstó** lecsapolása a 20. század elején az Igali-főcsatorna építése során történt. Napjainkban a vízborítottság kialakításában szerepet játszó egyik legjelentősebb tényező a főcsatorna által szállított víz mennyisége. Így a vizes élőhely természetes vízháztartási viszonyainak helyreállításában is a főcsatornát lehet a kulcsszerep.

A **Nyéki-Holt-Duna** lefűződési ideje a szakirodalomban található 1800-as évek helyett az 1700 körüli évekre pontosítható a régi térképek adta információk alapján. A szukcesszió előrehaladott állapotában lévő holtmeder vízháztartásának romlását felgyorsították a vízrendszerén végzett 19-20. századi beavatkozások, illetve a Duna szabályozásának kedvezőtlen következményei. A vízháztartás javítására irányuló törekvések egyik eszköze lehet a Nyéki-Holt-Duna egykori fokrendszeréhez hasonló kapcsolatok újbóli kialakítása.

2.) *Bár a három vizsgált vizes élőhely kutatottsága igen eltérő, általánosságban azonban elmondható, hogy a múltbéli tendenciákra azokból visszakövetkeztetni csak fenntartásokkal lehet. Ezért a jelenlegi állapot felmérése után egy hosszabb távon működtetett monitoring rendszer szolgáltathat csak olyan adatokat, melyekből az állapotváltozások irányára és mértékére vonatkozóan helytálló következtetések vonhatók le.*

A **garai Sóstó** talajvizsgálatából származó adatainkat összehasonlítva HERKE S. (1934) által közvetlenül a lecsapolás után végzett vizsgálatok eredményeivel megállapítottam, hogy az alsóbb talajrétegek kémhatása növekedést mutat; bár a talajok átlagos sótartalma a felszínen hasonló, de napjainkra a sótartalom nagyobb változékonysága jellemző; a kalcium növekvő részesevése miatt a kationok arányában jelentős eltolódás tapasztalható; ugyancsak jelentős a vízoldható nátrium részarányának csökkenése is. Mivel azonban a két vizgálatosorozat mintavételi pontjai nem azonosak, a talajban bekövetkező változások nyomon követésére a vizsgálatok hosszabb távú folytatása adhat csak egyértelmű felvilágosítást.

A **Nyéki-Holt-Dunán** korábban végzett medermorfológiai vizsgálatok eredményeit (ZSUFFA I. – SZLÁVIK L. 1993) összehasonlítva a 2005-ben történt geodéziai felmérésünk adataival megállapítottam, hogy a feltöltődés mértéke a mederben eltérő (3-5 cm/év), melynek radiológiai módszerrel való pontosítása (GYÖRFI T. – RAICS P. 2009) alapján a gyakran kiszáradó közös ág déli részén az átlagos feltöltődés 3 cm/év. A 2012-re tervezett ismételt mederfelvétel ad majd lehetőséget az eltérő feliszapolódottságot mutató ágak feltöltődési ütemének meghatározására, mely alapján becsülhetővé válik a mederkotrással történő beavatkozás szükségességének időpontja is.

A **Ferenc-tápcsatorna** 1981-2011 közötti hatósági monitoringjából származó vízminőségi adatsorok értékelése alapján megállapítottam, hogy:

- a növényi tápanyagformák koncentrációjában az 1990-es évek végéig gyakran előforduló magas értékek után jelentős csökkenés tapasztalható, mely összefüggésbe hozható az utóbbi évtizedek csökkenő mennyiségű műtrágya felhasználásával,

- a szerves-nitrogén mennyisége az elmúlt 30 éves időszak elején csökkenő tendenciát mutatott, majd az 1990-es évektől kezdődően megfordult és lassú növekedésbe kezdett; mindebből arra következtethetünk, hogy a vízterbe jutó nitrogén egyre nagyobb mennyiségben épül be a növények testébe és az elhalt részekből felszabadulva folyamatos belső terhelést jelent,

- a vezetőképesség növekvő trendje a csökkenő vízhozamokkal hozható összefüggésbe, éven belüli emelkedése a tavaszi időszakban a beszivárgó vagy beszivattyúzott magasabb sótartalmú talajvíznek, az őszi időszakban a hosszabb állás során bekövetkező párolgás okozta betöményedésnek köszönhető,

- a klorofill-a tartalom szezonális ingadozása azt mutatja, hogy magas értékei nemcsak a vegetációs periódusban fordulnak elő, hanem a jelentős mennyiségben jelen lévő tápanyagnak és az ekkor hiányzó hínárnövényzetnek köszönhetően enyhébb teleken is tapasztalható jelentős algaszaporulat,

- különbségek mutatkoztak a növényi tápanyagok, az oxigénháztartás, a specifikus szennyezők és a makrozoobenton szerint a két monitoring pont által jellemzett felső és alsó szakasz állapotában, azonban a bátmonostori vizsgálatok kevés száma miatt ezekből messze menő következtetést levonni nem szerencsés; a csatornát a különböző szakaszain érő antropogén hatások következtében a vízminőségben jelentkező esetleges eltérések azonosítására a hossz-szelvény menti vizsgálatok elemzése adhat felvilágosítást.

3.) *A tájhasználat miatt a vizsgált három vizes élőhelyen különböző mértékben valószínűsíthető kedvezőtlen antropogén hatások, de általánosságban elmondható, hogy elsősorban a mezőgazdasági eredetű terhelések eutrofizációt serkentő hatása érzékelhető.*

A lakott településektől viszonylag távol, védett erdőterületekkel körbevéve, a hullámtéren fekvő **Nyéki-Holt-Dunán** kedvezőtlen közvetlen antropogén hatás nem valószínűsíthető.

A **garai Sóstó** fekvéséből és a hasznosításából is valószínűsíthetők közvetlenül ható antropogén hatások. A csatornákon végzett vízvizsgálatok eredményei, illetve a növényzet vizsgálata alapján megállapítottam, hogy:

- a Sóstó védett területének déli határán az Igali-főcsatornába juttatott tisztított szennyvíz szerves anyag vagy tápanyag terhelése nem mutatható ki, mindössze a vezetőképesség, a kémhatás és a Na-koncentráció csökkenése által jelzett hígulás bizonyítható,

- mezőgazdasági eredetű, valamint Gara belterületéről és az állattartó telepről származó diffúz szennyezések hatását jelzik az érintett mintavételi pontokon mért magasabb átlagos szerves-nitrogén és ortofoszfát értékek,

- a védett terület északi és déli részén a mezőgazdasági eredetű nitrifikáció és bolygatás következtében jelentős mértékű gyomosodás mutatkozik, a mederben másodlagosan kialakult szikes gyepek kezelése során a kedvezőtlen hatások csak a természetvédelmi elvárásoknak megfelelően végzett kaszálás és legeltetés esetén kerülhetnek el.

A **Ferenc-tápcsatorna** több csatornázatlan települést is érint, mellette számos állattartó telep található és vízgyűjtőjén jelentős a mezőgazdasági területhasználat. A vízminőségi hossz-szelvény vizsgálatok eredményei alapján a csatornát a különböző szakaszain érő kedvezőtlen antropogén hatásokra vonatkozóan megállapítottam, hogy:

- a Nagybaracskáig tartó felső szakaszon a makrovegetáció a növényi tápanyagkínálatra adott biológiai választ, a bentonikus eutrofizálódást mutatja, a jóval nagyobb átlagos borítottsági értékekkel, valamint a néhány helyen parttól-partig tartó harmatkásás úszószigetektől álló növénydugókkal; az ostorral rendelkező moszatok (*Euglenophyta*, *Cryptophyta*, *Volvocales*) biomasszájának dominanciája pedig az állattartó telepekről, illetve a bomló növényi biomasszából eredeztethető szerves anyag fokozottabb jelenlétére utal,

- Bátmonostornál a rendszeresen emelkedettebb ammónium-, nitrit-, ortofoszfát-koncentrációk és az oldott oxigén minimumok (a szervesanyag-tartalom növekedésének hiányában) nem szerves szennyezést jeleznek, hanem a magaspart felől érkező szivárgó vizek mezőgazdasági eredetű ammónium- és foszfor szennyezésével magyarázhatók,

- a vízfolyást érő terhelések megjelenési helyeinek azonosításához több mintavételi pontra kiterjedő további hossz-szelvény menti vízminőségi vizsgálatok szükségesek, a higany Hercegszántónál tapasztalt többszöri határérték túllépésének igazolása és okának felderítése is a közeljövő monitoringjának egyik feladata.

4.) *Mindhárom szabad vízfelülettel rendelkező vizes élőhely szempontjából fontos éghajlati tényező a párolgás és a csapadék viszonya, a talajvízállás elsősorban a garai Sóstó vízháztartására van hatással, a Duna vízjárásában bekövetkezett változások pedig a Nyéki-Holt-Duna és a Ferenc-tápcsatorna vízpótlását befolyásolják jelentősen.*

A Baja térségében 1950-2011 között regisztrált **csapadék és párolgás** adatsorok vizsgálata alapján megállapítottam, hogy:

- szemben a 2000-ig (PÁLFAI I. 2005), illetve a 2006-ig (FUCHS N. – KALOCSA B. – TALLÉR M. 2009) tartó adatsorokon végzett lineáris illesztés csökkenő trendjével, az elmúlt 61 év alatt az éves csapadékösszegek kismértékű növekedést mutatnak, melynek oka a 2010-es év statisztikailag is kiugróan magas csapadékmennyiségének trendet befolyásoló hatása; a Z-próbával azonosított kiugró értékek kizárásával kapott adatsoron elvégzett lineáris illesztés már a csapadékösszegek csökkenő trendjét mutatja,

- a nyári félév csapadékának és párolgásának jövőbeni alakulására vonatkozóan az 1950-2006 közötti adatsoron végzett statisztikai vizsgálat (MÁTRAI I. et al. 2011) az éghajlati vízhiány jelentős növekedését mutatta, azonban a 2011-ig kiegészített adatsor elemzése már csak igen csekély mértékű növekedését jelezte; mely a 2003-tól kezdődően jelentkező alacsonyabb párolgási értékek és az esetenként kiugróan magas csapadékok megjelenésével magyarázható.

Az 1951-2011 közötti **talajvízállás** idősorok, illetve a gemenci hullámtéren végzett talajvízszint vizsgálatok (VITAQUA 1998) elemzése alapján megállapítottam, hogy:

- a garai és hercegszántói kút éves középvízei a sokéves átlag körül ingadoznak, következésképp a Bácskai-lőszhát nyugati felén a Duna-Tisza közének más területeiről leírt nagymértékű talajvízszint-csökkenés (PÁLFAI I. 1995, PÁLFAI I. 2005, LADÁNYI Zs. 2009) nem mutatható ki, itt ezzel a problémával nem kell számolni,

- a garai kút vízjárása a tájegység többi kútjára is jellemző szezonális ingadozást mutatja, hóolvadás és a tavaszi esők hatására április-május időszakban alakulnak ki a talajvíz maximumok, a legkisebb vízállások pedig október-november időszakra tehetők; azonban kisebb mértékű éves vízjáték és a nagyobb csapadékok által kiváltott kevésbé markánsan jelentkező talajvízszint emelkedések jellemzik,

- a hullámtérre jellemző jelentős ingadozású és a dunai vízállással szoros kapcsolatú mutató talajvízszintek a Nyéki-Holt-Duna közvetlen környezetében emelkedettebbek, mely a mederből történő kisebb mértékű elszívargás lehetőségét veti fel; ugyanakkor belátható, hogy a holtmeder nincs jelentős hatással a part menti sávtól távolabbi talajvíz helyzetére és elfogadható a szakértői becslés (VITAQUA 1998), mely szerint a mederből történő elszívargás a holtmeder vízszintjének csökkenésében nem játszik jelentős szerepet.

Az 1901-2011 közötti **dunai vízállás** adatsor elemzése alapján megállapítottam, hogy:

- az éves maximális vízállások tekintetében nem igazolható az 1901-1990 közötti adatsor lineáris regressziójával mindhárom vízállásjellemző esetében prognosztizált (a Duna medrének fokozódó mélyülésére visszavezetett) jelentős vízszintcsökkenés (SZLÁVIK L. és társai 1995); melynek egyik magyarázata lehet, hogy míg a kis- és középvízek a bevágódott mederben, addig a nagyvizek a széles ártérre kilépve vonulnak le és ilyenkor a medersüllyedésből eredő vízszintcsökkenés nem játszik olyan jelentős szerepet,

- ugyanakkor igazolható az utóbbi évtizedekben egyre magasabb szinten és egyre gyorsabban levonuló áradások megjelenése; a három részre felbontott 110 éves vízállás adatsorban a kisvízállások tekintetében azonos trendek figyelhetők meg, a nagyvizek esetében viszont az első két időszakban jelentkező csökkenő tendencia a harmadikban (1975-2011) megfordul és markánsan emelkedővé válik; az előntéses napok számának csökkenő lineáris trendje az áradások gyorsuló levonulását mutatja, a polinom illesztés három egyre kisebb tartóssággal jelentkező ciklust rajzol ki,

- a közeljövőben statisztikailag várható nagyvizek a százéves átlag körül fognak alakulni, a kis- és középvizek tekintetében viszont jelentős (a százéves átlag alatt 1 méterrel jelentkező) vízszintcsökkenés várható,

- következősképpen a csökkenő tartósságú árvizes előntések az érkező vízmennyiségek betározásának szükségességét vetik fel, mivel az egyre csökkenő kis- és középvizek a Dunával vízforgalmi kapcsolatban álló hullámtéri mellék- és holtágak, valamint a mentett oldali csatornák vízpótlásának egyre nehezebbé válását fogják okozni,

- a dunai vízpótlásban részesülő vizes élőhelyek szempontjából további jelentős szerepet játszó tendencia, hogy az évenkénti előntéses időszakok számának trendje csökkenő, míg 1950 előtt évente átlagosan két előntés érte a gemenci területet, addig az elmúlt 60 évben többszöri előntés már csak 3 évente tapasztalható; a szezonhatás vizsgálat mindhárom vízállásjellemező tekintetében 4-5 éves ciklusokat mutat az elmúlt évtizedekben, tehát ilyen időközönként várható a tavaszi áradások elmaradása.

5.) *A vizsgált vizes élőhelyek jelenlegi állapotára és a beavatkozások szükségességére vonatkozóan elmondható, hogy az időszakosan jelentkező vízhiány okozta kedvezőtlen állapotok (változások) mérséklése az általánosan jelentkező legfontosabb feladat, emellett az egyes területek egyedi problémáiból adódóan egyéb igények is megfogalmazódnak.*

A **Nyéki-Holt-Duna** esetében megállapítottam, hogy:

- a vízforgalmi revitalizációval elérni kívánt természetvédelmi cél (a plesiotopotamon jelleg melletti állandó vízborítás elérése érdekében az évenkénti legalább egyszeri feltöltődés biztosítása) a 2003-2008 közötti időszakban csak részben teljesült, mivel több évben is elmaradt a tavaszi áradásokból való feltöltődés és így 2004-ben és 2007-ben a meder nyár végére teljesen kiszáradt,

- a holtmeder biológiai állapota jó, fizikai-kémiai állapota a 2005-ös év kivételével nem jó (problémás komponensek: oldott oxigén, ammónium, P-formák, átlátszóság), így általában nem teljesül a jó ökológiai állapot feltétele,

- a hínárfajokban gazdag, bentonikus eutrofizációval jellemezhető holtmederben a természetes vegetáció szempontjából hasonló ökológiai igények jelentkeztek, mint a vízimadarak esetén az ornitológiai megfigyelések (KALOCSA B. – TAMÁS E. 2005) jeleztek, kedvezőnek az árvizes előntés utáni lassú apadással kialakuló állapotok bizonyultak, a teljesen kiszáradó medret hozó évek (2004, 2007) hasonlóan kedvezőtlenek voltak, mint a többszöri árvizes előntéssel jellemezhető év (2005),

- mivel a hullámtéri élőhelyeken a diverzitás fenntartásában a folyó dinamikájából eredő véletlenszerűen jelentkező szélsőséges állapotoknak is szerepe van, ezért a természetvédelmi kezelés célja nem lehet a makrovegetáció és a vízmadarak szempontjából kedvezőnek minősített állapotok szimulálása és mesterséges fenntartása,

- a hidrológiai cél tehát a vízforgalmi dinamizmus biztosítása és a kedvezőtlen állapotok tartós fennmaradásának megakadályozása; mivel az éven belüli többszöri elöntéssel járó állapotok csak igen ritkán fordulnak elő, ezért meder egészére kiterjedő kiszáradás elkerülése a megoldandó feladat.

A Ferenc-tápcsatorna esetén megállapítottam, hogy:

- a kémiai és biológiai felmérések eredményei azt mutatják, hogy a víztest nem éri el a jó ökológiai potenciált (problémás komponensek: fitoplankton, oldott oxigén, KOI, BOI, ammónium, ÖN, oldott ortofoszfát),

- legjelentősebb problémája a túlnövényesedés, ami további gondok (vízminőségi, belvízelvezetési és öntözővíz biztosítási gondok) alapját képezi, így a csatorna állapotának javítása és funkciójának fenntartása érdekében beavatkozásokra van szükség,

- a túlnövényesedés a csatorna hidromorfológiai adottságaitól függően az egyes szakaszokon más-más módon jelentkezik (bentonikus és planktonikus eutrofizáció, hínárnövényzet és mocsári növényzet elburjánzása), de a természetes és mesterséges szakaszokon egyaránt megtalálható,

- a probléma oka elsősorban a csatorna környezetéből érkező szerves- és tápanyag-terhelés, de hozzájárul a vízpótlódás hiányában hosszabb időszakokra megszűnő vízáramlás, a csökkenő vízmélységek, és helyenként az árnyékoltság hiánya is,

- terhelés önmagában is fennáll a csatornában, mivel a nagy növényi biomassza elpusztulása utána a vízben marad és rohamosan növeli a szerves iszap mennyiségét, melynek következtében sokkal gyorsabban végbemegy a vízfolyás feltöltődése,

- nyaranta állóvizes időszakban a túlnövényesedés miatt kialakuló lokális vízminőségromlás az élővilág pusztulását okozza, mely jelenség a feliszapolódás folytatódásával egyre gyakoribbá fog válni,

- ezért a szükséges beavatkozás az állóvizes időszakok hosszának csökkentése, a növénydugók megszüntetése, megfelelő vízmélység kialakítása és a nagymennyiségű szerves iszap eltávolítása, mely tevékenységek összhangban vannak az OVG Tócsatornára előírt HM6 (vízfolyások medrének fenntartása ökológiai szempontok figyelembe vételével) és HM5 (üledék egyszeri eltávolítása vízfolyásokból) intézkedéseivel.

A garai Sóstó esetén megállapítottam, hogy:

- mivel a magántulajdonban lévő ex lege védett szikes élőhely Natura 2000 területként is nyilvántartott, ezért a természetvédelmi cél a jelölő élőhelyek és jelölő fajok kedvező természetvédelmi helyzetének helyreállítása és fenntartó gazdálkodás biztosítása, mely alapján a vizes élőhely természetes vízháztartási viszonyainak helyreállítása, illetve a természetesség fenntartása érdekében a zavaró hatások csökkentése szükséges,

- a lecsapolás óta a mederben végbement talajtani változások, valamint a vízellátottsági viszonyok ingadozása által irányított szukcesszió napjainkra természetvédelmi értéket képviselő társulások kialakulását eredményezte, számos védett növény- és állatfaj élőhelyévé alakította a területet, így az egykori tavi jelleg visszaállítása (MÁTRAI I. – R. SZÜCS B. 2009, BÁTITYI B. 2011) csak egy kisebb területre korlátozottan fogadható csak el; azonban ezen megoldás fenntarthatósága kétséges és költségvonzata nem áll arányban az így megváltoztatott vízháztartású terület természetvédelmi értéknövelő hatásával,

- megoldandó feladatként tehát a szikes sztyeppi és mocsári élőhelyek természetéhez közeli, a jelenleginél hosszabb idejű vízborítási igényének biztosítása, a szántóterületekről eredő kedvezőtlen hatások mérséklése és a természetvédelmi érdekeket szem előtt tartó gyepkezelés alkalmazása jelölhető meg.

6.) *A Nyéki-Holt-Duna és a Ferenc-tápcsatorna esetében egyértelműen kimutatható vízpótláskor a dunai víz hatása.*

A **Ferenc-tápcsatorna** esetén megállapítottam, hogy:

- a dunai vízbetáplálások és a csatorna hosszabb idejű állóvízes időszakai különböző vízminőségi állapotokat hoznak létre, kedvezőbbnek a betáplálásos időszakok minősülnek, amikor csak a nitrát haladja meg a határértéket,

- a dunai vízhez képest a tápcsatornát általában magasabb szerves anyag és oldott ortofoszfát tartalom jellemzi, nagyobb vezetőképesség értékei a magasabb sótartalmú talajvizek és belvizek hatását jelzik, az oldott oxigén, a nitrát és az összes-foszfor koncentrációja viszont jelentősen alacsonyabb.

A **Nyéki-Holt-Duna** esetén megállapítottam, hogy:

- az árvizes években a holtmederben az oldott oxigén, az ortofoszfát, a kémhatás és a fitoplankton tekintetében jobb vízminőség tapasztalható;

- árvizes időszakban a holtmeder vizében emelkedettebb szerves-nitrogén értékek, illetve a Duna nitrát dominanciával jellemezhető folyóvízi N-spektruma és a holtmeder szerves-nitrogén dominálta tavi spektruma közötti átmenet (szerves-nitrogén dominancia mellett megnövekedett nitrát részesedés) kialakulása jellemző,

- a holtmederből áradások után 1 illetve 2 héttel vett mintákban nyomon követhető a folyóvízi fitoplankton tavi jellegűvé alakulásának KISS-KEVE T. 2005) által leírt folyamata, mely az ostoros moszatok (*Euglenophyta*) és a zöldalgák (*Chlorophyceae*) előretörésében nyilvánul meg.

Mindhárom vizes élőhely esetében az alacsony dunai vízállású, illetve aszályos időszakokban jelentkező vízigeny biztosítására a tározás (hullámtéri tározás, medertározás, belvítározás) jelenthet megoldást.

A **Ferenc-tápcsatorna** esetében a tartósan alacsony dunai vízállású időszakokban (mivel a Deák Ferenc zsilip küszöbszintjeinek átépítésére nincs lehetőség) a zsilip utáni felső, mesterséges szakaszon kialakított medertározó jelenthet véleményem szerint megoldást, szükség szerint innen lehet vízeresztéssel az állóvízes időszakok hosszát a vízminőségi és ökológiai szempontból kedvezőtlen 30 nap alá csökkenteni.

A **Nyéki-Holt-Duna** esetében áttekintettem, ökológiai szempontból értékeltem és elvettem az elmúlt évtizedek alatt felmerült különböző vízpótlási javaslatokat (MARCHAND, M. 1993, ZSUFFA I.- BOGÁRDI J. 1997, FINTOS G. – ZSUFFA I. 1998, GODA Z. 2002, ZSUFFA I. és társai 2003, GEF 2005). Megfelelő megoldásnak a hullámtéri tározást tartom, melyre a Pörbolyi-erdő mélyebb fekvésű és nagyobb kiterjedésű területei javasolhatók. A Duna és a tározók kapcsolatát (az alulról töltés elvét alkalmazva) a Vén-Dunából és a Simon-Duna torkolatából kiinduló mesterségesen kialakított fokokkal, bennük a vízkormányzást műtárgyakkal lehet megoldani. A holtmeder kisvízes időszakban is megmaradó vízpótlódási irányra érdekében a tározó-rendszer kapcsolódási pontját a Sárkány-foknál jelöltem meg. Elengedhetetlenül fontosnak tartom a fokokban jelenleg meglévő műtárgyak (zsilipek, fenékgátak) átépítését, melyek méretezése során alkalmazandó elvi üzemi vízszintet ökológiai szempontok figyelembe vételével határoztam meg.

A **garai Sóstó** esetén áttekintettem és ökológiai szempontból értékeltem a vízgazdálkodási beavatkozásokra vonatkozó eddigi megoldási javaslatokat (FUCHS N. 2008, FUCHS N. – KALOCSA B. – TALLÉR M. 2009, BÁTITY B. 2011), majd megállapítottam, hogy:

- mederben történő vízviasszatartásra javasolható a főcsatorna Sóstó alatti szelvényébe és a 25-ös csatorna torkolati szelvényébe történő zsilipbeépítés,
- aszályos években a vízpótlás megoldására nem javasolható a szervesanyag-tartalom kivételével jó fizikai-kémiai állapot mutató, többnyire növényi tápanyagban gazdag és szerves táplálékban szegény, béta-alfa-oligohalóbikus (közepes édesvíz), kalciumos-hidrokarbonátos dunai víz, mivel a szikes tó kiédesülését, az élővilágban és a talajvízviszonyokban előre nem látható változásokat idézhet elő; emellett a nyomóvezetések megoldás kivitelezése igen költséges és hosszabb távú üzemeltetése a szintén magas költségek miatt bizonytalan,
- ezért vízpótlására csak a jelenleg is ezt a feladatot ellátó, az oxigénháztartás és a növényi-tápanyagok miatt nem jó fizikai-kémiai állapotú, oligo-mezohalóbikus (édes-sós átmeneti víz) vagy béta-alfa mezohalóbikus (közepes sós víz), többnyire magnéziumos-hidrokarbonátos vizű Igali-főcsatorna alkalmas, melynek Sóstóba vezetés feletti szakaszán a náddal betelepített kiöblösödésekkel kialakított tározótér a belvizek szervesanyag- és tápanyag-terhelését is jelentős mértékben csökkentené, így mérsékelné a szikes élőhely eutrofizálódását.

7.) *Szakirodalmi feltárás alapján az alábbi ökológiailag elfogadható beavatkozásokra tettem még javaslatot:* a Nyéki-Holt-Duna és a Ferenc-tápcsatorna mederkotrása; a Ferenc-tápcsatorna partrendezése, valamint a környező védett vizes élőhelyekkel való összekapcsolásával a laterális konnektivitásának fokozása; a garai Sóstó legeltetéses és kaszálásos gyepterhelése, valamint a védett terület közepébe beékelődött szigetszerű kiemelkedésen található szántóföldi terület gyepterhelésének csökkentése. Mindezekon felül kitértem a nádatás, a tanösvény létesítés, a szennyező források felmérésének és a monitoring-rendszer kiépítésének kérdésére is.

8.) A vizes élőhelyek esetében a legkönnyebben vizsgálható jellemzők a vízkémiai paraméterek és a növényzet, melyeknek a vízellátottsággal, illetve a talajtulajdonságokkal való kapcsolatára vonatkozóan az alábbi fontosabb megállapításokat tettem; mindezek megalapozottá teszik azt, hogy a különböző típusú vizes élőhelyek állapotfelmérésében és állapotértékelésében továbbra is jelentős szerepet kapjanak.

A **Nyéki-Holt-Duna**, illetve a **Ferenc-tápcsatorna** esetében a következő összefüggéseket állapítottam meg:

- vízminőségi problémát állóvizes időszakban az oldott oxigén, az ammónium és a kémhatás okoz; az ammónium-koncentráció az állóvizes időszakok hosszának növekedésével emelkedést mutat, a változás mértéke vegetációs időn kívül nagyobb, a vegetációs időszakban a tápanyagfogyasztók jelenlétében kisebb,
- az erősen növényes jellegnek megfelelően a tápanyagformák koncentrációja a vegetációs periódusban általában alacsony, de az oldott ortofoszfát mennyisége bizonyos körülmények között (pl. nagyszámú vízimadár, üledékből történő visszaoldódás, vízbevezetés, diffúz szennyezés) a tápanyagfogyasztók jelenlétében is képes jelentősen megemelkedni,
- a különböző növényfedettségi értékekkel jellemezhető területeken eltérő vízminőségi állapotok jöhetnek létre, ezért is kedvező ha a növényzetet a mozaikosság jellemzi,
- a magasabb növényfedettségű területeken (az árnyékoltság és a tápanyag konkurencia miatt) a fitoplankton jelentősen kisebb mennyiségben van jelen,
- kapcsolat mutatható ki a vízmélység és a kialakuló vízi és mocsári vegetáció bizonyos tulajdonságai (pl. növényfedettség, hínárfajszám) között.

A **garai Sóstó** esetében igazoltam, hogy a jellemző növénytársulások kialakulásában a talajvízszint felszíntől való távolsága, a talaj és talajvíz kémiai tulajdonságai játszanak jelentős szerepet, mivel:

- a szoloncsák szikfoknövényzet (*Lepidio crassifolii-Puccinellietum limosae*) kialakulásának helyén jelentkezett a talajvízben a legmagasabb vezetőképesség, kémhatás és klorid-tartalom, itt volt a legnagyobb a felszín közeli talajréteg kémhatása és Na-részesedése, itt húzódott legközelebb a talajfelszínhez a talajvízszint,
- a sziki sásrét (*Taraxaco bessarabicae-Caricetum distantis*) területén a legkisebb vezetőképességű, kémhatású és klorid-tartalmú talajvíz jelentkezett, itt volt a legalacsonyabb a felszínközeli talajrétegek kémhatása és Na-részesedése,
- a talajvíztől legnagyobb távolságra található sziki szittyórét (*Scorzonero parviflorae - Juncetum gerardii*) magas vezetőképességű talajvizében magas klorid-tartalmat és kiugróan magas szulfát-koncentrációt mértünk, a felszíni talajréteg humusztartalma itt volt a legmagasabb,
- a mocsári társulások esetén a felszín közeli talajrétegben mértünk a magasabb humusztartalmat,

- a tengerszint feletti magasság szoros összefüggést a felszín közeli réteg oldható Na%-ával és a felszíni réteg oldható Ca%-ával mutatott; a növényzet és a talajtulajdonságok közötti kapcsolat általában a felszín közeli réteg tulajdonságai között jelentkezett, a sziki mézpázsit (*Puccinellia limosa*) gyakorisága a só%-kal, a sziki szittyóé (*Juncus gerardii*) a Ca%-kal és a Mg%-kal, valamint a felszíni réteg mésztartalmával korrelált.

9.) A vizsgált vizes élőhelyeken végzett VKI szerinti állapotfelméréssel és állapotértékeléssel kapcsolatban megállapítottam, hogy:

- a makrozoobenton, fitoplankton és perifiton szerinti VKI minősítések nem hatósági körben történő alkalmazása bonyolultságuk és speciális eszközigényük miatt kivitelezhetetlen, ugyanakkor a nem víztestként kijelölt felszíni vizek és vizes élőhelyek (környezetvédelmi, természetvédelmi, kutatási és oktatási célú) állapotértékeléséhez is szükség van általánosan alkalmazható hazai módszerekre, melyek az eredmények összehasonlíthatósága érdekében célszerűen a VKI szerinti metodikával kellene, hogy megegyezzenek,

- a nem hatósági körben való alkalmazásra a Magyar Makrozoobenton Család Pontrendszer módosított változata (KRISKA GY. 2003) és a nem-taxonómikus perifiton index (LAKATOS GY. et al. 2006) szerinti minősítés javasolható,

- a fizikai-kémiai paraméterek, illetve a makrovegetáció szerinti minősítés nem hatósági körben is alkalmazhatónak bizonyult, azonban mivel a makrofiton szerinti minősítés nagymértékben alapoz a szakértői becslésre, szélesebb körű alkalmazásához részletesebb kidolgozása szükséges.

Mivel ökológiailag erősen vitatható módon a hullámtéri holtmedreket a VKI a folyóvízi rendszer részeként kezeli, ezért a **Nyéki-Holt-Duna** minősítését a Dunára és a holtmederre leginkább hasonlító állóvíztest típusra is elvégezve megállapítottam, hogy:

- a kétféle minősítés között a fizikai-kémiai állapot tekintetében számottevő különbség nem mutatkozott, ugyanazon paraméterek bizonyultak problémásnak,

- a biológiai elemek folyóvízi referenciaértékekhez való viszonyítása ökológiailag elfogadhatatlan, a makrofiton a 25-ös folyóvíztest típusnál nem értelmezett elem,

- mindezekből kifolyólag tehát a hullámtéri holtmedrek esetében a hozzájuk legjobban hasonlító állóvíz szerinti minősítés javasolható,

- a folyóvíztestekhez hasonlóan (CLEMENT A. – SZILÁGYI F. – LÁSZLÓ F. 2009) az állóvizeknél is javasolható a fizikai-kémiai elemekre vonatkozó öt osztályos határérték-rendszer kidolgozása, mivel a minősítést a „nem éri el a jó állapotot” 0 értéke aránytalanul lerontja.

A **garai Sóstó** esetében végzett minősítés során megállapítottam, hogy a nagyobb részt kiszáradó jellege miatt ökológiai állapotának minősítésére csak a makrovegetáció alkalmazható.

5. A KUTATÁS TOVÁBBI IRÁNYAI

További kutatási célom a három vizes élőhelyen végzett állapotfelmérés folytatása, mely az időközben elvégzett beavatkozások értékelése mellett a vizes élőhelyek állapotában bekövetkező hosszabb távú tendenciák megismerésére is lehetőséget ad. Bár az állapotfelmérések során törekedtem a komplexitásra, az alkalmazott módszerek palettája messze nem volt teljes körű, mivel a vizsgálati célnak leginkább megfelelő és a rendelkezésre álló eszközökkel elvégezhető módszerek választása mellett kellett döntöttem. Így több olyan részlet is van, melyet további kutatásra érdemesnek ítélek és az alábbiakban foglalkok össze.

- Mivel a vizes élőhelyek helyreállítása nem merülhet ki egyszeri műszaki beavatkozásokban, fontos a meder állapotának és a vízminőségnek a monitorozása. Ezért a jövőben együttműködve a természetvédelmi és vízügyi szervekkel oktatási feladatokkal összekötött formában (mérőgyakorlatok, mérnöki diplomatervek, tudományos diákköri kutatások) látom lehetőségét a vizsgált vizes élőhelyekre javasolt monitoring rendszerek üzemeltetésének.

- A lecsapolt garai Sóstó unikalitása több kutatási irány lehetőségét is felveti. Megítélésem szerint érdemes foglalkozni a lecsapolás következtében lejátszódó sztyeppesedés és sótlanodás (sziktelenedés) kérdésével, melyre többek között a terület vízháztartási és sóháztartási modellezése nyújthat lehetőséget (TÓTH TIBOR ex verb).

- A napjainkra elérhetővé vált számítógépes programok (így a vízügyi gyakorlatban használatos HEC-RAS hidrodinamikai modell) a vizes élőhelyeken lejátszódó transzportfolyamatok megismerésére, a vízminőség modellezésére adhatnak lehetőséget. Ehhez a területek részletes geomorfológiai felmérése szükségeltetik, melyet a Ferenc-tápcsatorna esetében már a vízügyi rekonstrukciós tervezés keretében százméterenkénti keresztmetszélyezés formájában végeznek. Hasonló (oktatási tevékenységgel összekötött) felvételezést terveztünk a Nyéki-Holt-Dunán az idei évben, illetve a közeljövőben a garai Sóstón.

- Mivel a VKI szerinti állapotértékelés módszertana a jövőben további kiegészítéseken és fejlesztéseken fog átesni, alkalom nyílik majd ezek alkalmazására is a vizsgált területeken.

PUBLIKÁCIÓS LISTA

Mátrai (Ferencz) Ildikó

1. A disszertáció alapjául szolgáló publikációk

1.1. Közlemények, tanulmányok, könyvrészletek stb.

1. MÁTRAI, I. - LAKATOS, GY. – CZUDAR, A. – SZLÁVIK L. 2011: *Forecast of changes concerning the water budget in a wetland of Danube floodplain.* – In. Journal of Environmental Science and Engineering, Volume 5, Number 5, pp. 523-532. ISSN 1934-8932.
2. MÁTRAI, I. – LAKATOS, GY. – BUZETZKY, GY. 2009: *Conservation of waterfowls habitat on the Gemenc floodplain area in Hungary.* – In. Journal of Ecology and The Nature Environment, Volume 1, Number 5, pp. 120-129. ISSN 2006-9847.
3. MÁTRAI I. 2009: *A Nyéki-Holt-Duna története, amiről a régi térképek mesélnek.* – In. Tolna megyei Levéltári Füzetek, 12 évf., pp. 399-472. ISSN 0866-6369.
4. R. SZÜCS B. – MÁTRAI I. - FÜLEKY GY. 2009: *A garai Sóstó talajtani felmérésének eddigi eredményei.* – In. Kutatások az Eötvös József Főiskolán, 9 évf., pp. 305-313. ISSN 1586-9873.
5. MÁTRAI I. – SZLÁVIK L. 2008: *A Nyéki-Holt-Duna kialakulása és fokrendszerének változásai a XVIII-XIX. században.* – In. **Hidrológiai Közöny**, 88. évf., 1. sz., pp. 59-61. ISSN 0439-0954.
6. MÁTRAI, I. – SZÜCS, B. 2007: *Wetland's ecological monitoring with methodological approach: hydroecological field-work in the training of environmental engineers.* – In. Acta Pericemonologica rerum ambientum Debrecina, 2. évf., 1 sz., pp. 151-160. ISSN 1588-2284.
7. MÁTRAI I. 2007: *A Nyéki-Holt-Duna kialakulása és egykori fokrendszerének jellegzetességei.* – In. Kutatások az Eötvös József Főiskolán, 7. évf., pp. 197-204. ISSN 1586-9873.
8. MÁTRAI I. – BUZETZKY GY. – LAKATOS GY. 2006: *Gemenci ártéri élőhelyek természetvédelmi kezelési módszereinek sajátosságai a Nyéki-Holt-Duna példáján.* – In. **Hidrológiai Közöny**, 86. évf., 6. sz., pp. 76-81. ISSN 0439-0954.
9. MÁTRAI I. 2006: *Egy vizes élőhely monitorozásának módszertani megközelítése.* – In. Kutatások az Eötvös József Főiskolán, 6. évf., pp. 219-236. ISSN 1586-9873.
10. DEÁK CS. – GÓR D. – FERENCZ I. – LAKATOS GY. 2005: *Makrozoobenton vizsgálatok a Nyéki-Holt-Dunán.* – In. Acta Biologica Debrecina Supplementum Oecologica Hungarica, 13. sz., pp. 55-61. ISSN 0236-8684.
11. FERENCZ I. – FEHÉR G. – ZELLEI L. – LAKATOS GY. 2004: *A Nyéki-Holt-Duna (DDNP) ökológiai alapállapot felmérése.* – In. **Hidrológiai Közöny**, 84. évf., 5-6 sz., pp. 37-40. ISSN 0439-0954.

12. MÁTRAI I. 2004: *Gemenci holtmedrek ökológiai állapotának vizsgálata*. – In. Kutatások az Eötvös József Főiskolán, 4. évf., pp. 150-161. ISSN 1586-9873.
13. FERENCZ I. – SZIEBERT J. 2003: *Új vizsgálati módszer a holtág rehabilitáció során a Gemencben*. – In. **Hidrológiai Közlöny**, 83. évf., 2. sz., pp. 72-74. ISSN 0439-0954.
14. FERENCZ I. 2003: *Ökológiai állapotfelmérés a Nyéki-Holt-Dunán*. – In. Kutatások az Eötvös József Főiskolán, 3. évf., pp. 178-184. ISSN 1586-9873.
15. FERENCZ I. 2002: *A holtág-rehabilitáció ökológus szemmel*. – In. Kutatások az Eötvös József Főiskolán, 2. évf., pp. 132-138. ISSN 1586-9873.

1.2. Konferencia előadásokhoz kapcsolódó publikációk

16. MÁTRAI I. 2012: *A Ferenc-tápcsatorna ökológiai állapotfelmérése*. – In. Magyar Hidrológiai Társaság XXX. Országos Vándorgyűlésének Tanulmánykötete, Kaposvár, 6/5. ISBN 978-963-8172-29-7
17. R. SZÜCS B. – MÁTRAI I. – FÜLEKY GY. 2011: *Egy szikes tó évszázados változásai*. – In. FÜLEKY GY. (szerk.): *A táj változásai a Kárpát-medencében: Tájhasználat és tájalakulás a 18-20. században, Környezetkímélő Agrokémiáért Alapítvány, Gödöllő*. pp. 196-201. ISBN 978 963 06 2214 1
18. MÁTRAI I. – SZLÁVIK L. – LAKATOS GY. 2011: *Statisztikai módszerek alkalmazása egy vizes élőhely vízháztartásában bekövetkező változások előrejelzésére*. – In. Magyar Hidrológiai Társaság XXIX. Országos Vándorgyűlésének Tanulmánykötete, Eger, 9/6. ISBN 978 963 8172 28 0
19. MÁTRAI I. – R. SZÜCS B. 2009: *A garai Sóstó növényzetének vizsgálata és természetvédelmi értékelése*. – In. BARANYAI E. – SZIGETI E. – BODA GY. (szerk.): *Magyar Hidrológiai Társaság XXVII. Országos Vándorgyűlésének tanulmánykötete*, Baja, 12/7. ISBN 978-963-8172-23-5
20. BÁTITY B. – R. SZÜCS B. – MÁTRAI I. 2009: *Vízkeimiai és talajtani vizsgálatok a garai Sóstón*. – In. BARANYAI E. – SZIGETI E. (szerk.): *Magyar Hidrológiai Társaság XVI. Ifjúsági Napok*, Baja, 1/4. ISBN 978-963-8172-24-2
21. MÁTRAI I. 2008: *Egy gemenci ártéri élőhely vízforgalmi revitalizációjának tanulságai*. – In. CSORBA P. – FARKAS J. (szerk.): *Tájkutató – tájökológia*. Meridián Alapítvány, Debrecen, pp. 213-219. ISBN 978-963-06-6003-7.
22. MÁTRAI I. 2007: *Gemenci holtmedrek ökológiai állapotának vizsgálata*. – In. GESZLER Ö. – SZIGETI E. – BODA GY. (szerk.): *Magyar Hidrológiai Társaság XXIII. Vándorgyűlésének tanulmánykötete*, Nyíregyháza, pp. 113-115.
23. MÁTRAI I. – VÁRADI ZS. – FEHÉR G. – LAKATOS GY. 2006: *Kísérlet a jó ökológiai állapot megállapítására egy védett gemenci holtmeder VKI szempontrendszer alapján végzett vizsgálatával*. – In. GESZLER Ö. – SZIGETI E. – BODA GY. (szerk.): *Magyar Hidrológiai Társaság XXIV. Országos Vándorgyűlésének Tanulmánykötete*, Budapest-Pécs, 1/6.

24. MÁTRAI I. 2005: *A makrovegetáció és a vízminőség összefüggései gemenci holtmedrek példáján.* – In. TAMÁS E. A. (szerk.): *Élet a Duna-ártéren, ember a természetben tudományos tanácskozás összefoglaló kötet.* DDNP-BITE, Baja, pp. 82-89. ISBN 963 219 734 8
25. FERENCZ I. – LAKATOS GY. 2003: *A Nyéki-Holt-Duna ökológiai állapotfelmérése.* – In. SOMOGYVÁRI O. (szerk.): *Élet a Duna-ártéren – természetvédelemről sokszemközt című tudományos tanácskozás összefoglaló kötet.* DDNP Igazgatóság, BITE, MME, Pécs, pp. 172-175. ISBN 963 214 245 4

2. Egyéb publikációk

2.1. Közlemények, tanulmányok, könyvrészletek stb.

1. VARGA É. – KRAUSZ E. – GÓR D. – MÁTRAI I. – LAKATOS GY. 2009: *Sekély tavaink köves partszakaszain végzett epiliton vizsgálatok.* – In. **Hidrológiai Közöny**, 89 évf., 1. sz., pp. 55-57. ISSN 0439-0954.
2. VIDA-VARGA É. – MÁTRAI I. 2009: *Várvölgyi-patak állapotfelmérése.* – In. *Kutatások az Eötvös József Főiskolán*, 9 évf., pp. 141-147. ISSN 1586-9873.
3. MÁTRAI I. 2008: *Ökológiai ismeretek mérnököknek. Jegyzet környezetmérnök és építőmérnök hallgatók számára.* EJF Kiadó, Baja, 158 p. ISBN 978-963-7290-59-6.
4. WIMMER K. – FERENCZ I. 2002: *Évgyűrűvizsgálat ökológus szemmel.* – In. *Ökogazdaság*, 2. évf., 4. sz., pp. 26-27.
5. FERENCZ I. 2001: *„Környezetvédelem-oktatás”- A környezeti nevelésről.* – In. *Kutatások az Eötvös József Főiskolán*, 1. évf., pp. 165-173. ISSN 1586-9873.

2.2. Konferencia előadásokhoz kapcsolódó publikációk

6. MÁTRAI I. – VINCZE L. – VÁRADI ZS. – FEHÉR G. 2011: *Vízminőségi vizsgálatok a Dunán, az EJF (Baja) – GDF (Szabadka) DANUBE EHT 2010 Magyarország-Szerbia IPA projekt keretében.* – In. *Magyar Hidrológiai Társaság XXIX. Országos Vándorgyűlésének tanulmánykötete*, Eger, 14/1. ISBN 978-963-8172-28-0.
7. VIDA-VARGA É. – MÁTRAI I. – LAKATOS GY. 2009: *Egy szikes tó köves partjának epiliton vizsgálata.* – In. BARANYAI E. – SZIGETI E. – BODA GY. (szerk.): *Magyar Hidrológiai Társaság XXVII. Országos Vándorgyűlésének tanulmánykötete*, Baja, 12/10. ISBN 978-963-8172-23-5.
8. NAGY B. – POMÁZI SZ. – SZERENCSÉS L. – VIDA-VARGA É. – MÁTRAI I. 2009: *Geresdi-dombság vízfolyásainak állapotfelmérése.* – In. BARANYAI E. – SZIGETI E. (szerk.): *Magyar Hidrológiai Társaság XVI. Ifjúsági Napok*, Baja, 1/15. ISBN 978-963-8172-24-2

9. VIDA-VARGA É. – NAGY B. – MÁTRAI I. 2009: *Magyaregregy környéki vízfolyások állapotfelmérése.* – In. BARANYAI E. – SZIGETI E. (szerk.): Magyar Hidrológiai Társaság XVI. Ifjúsági Napok, Baja, 1/21. ISBN 978-963-8172-24-2
10. LAKATOS, GY. – MÁTRAI, I. – VARGA, É. – K. KISS, M. 2009: *Composition of periphytic zootection in Hungarian shallow lakes.* – In. 6th International Symposium on Limnology and Aquatic Birds. Huesca, Spain, 27-30 October 2009. p. 44.
11. K. OLTYÁN E. – VASAS F. – WÁGNER J. – MÁTRAI I. 2008: *Az Élővíz-csatorna jó ökológiai potenciáljának meghatározása.* – In. GESZLER Ö. – SZIGETI E. – BODA GY. (szerk.): Magyar Hidrológiai Társaság XXVI. Vándorgyűlésének tanulmánykötete, Miskolc, 1/3. ISBN 978-963-8172-21-1